

рис.1 Графики поглощения образцов

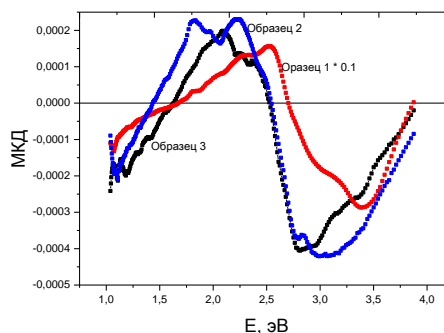


рис.2 Графики МКД

Спектр МКД образца магнетита покрытого ПВП (образец 1) отличается от рассмотренных выше на порядок и при этом наблюдается сдвиг всех пиков в высокоэнергетическую область примерно на 0,25 эВ. Такой сдвиг может быть обусловлен значительным изменением кристаллического поля наночастицы за счет связывания ее с полимером.

Графики МКД и полученные графики намагниченности говорят о суперпарамагнитном и возможных ферро – и ферри – магнитных вкладах наночастиц различных размеров в коллоидных растворах, что теоретически допускает их использование в адресной доставке и магнитно - жидкостной гипертермии, однако возможность медицинского применения, так же как и влияние полимерного покрытия на свойства частиц, требуют дополнительного физико-биологического исследования.

Список публикаций:

- [1] А.Г.Першина, А.Э. Сазонов, В.Д.Филимонов. «Взаимодействие магнитных наночастиц и молекул ДНК: создание нанобиогридных структур и их использование. – Успехи химии 83(4) с 299 – 332 – 2014 г.
- [2] Никифоров В.Н. Биомедицинское применение магнитных наночастиц/ В.Н. Никифоров//Наука в промышленности. – 2011. - №1. – С.90 – 99.
- [3] Светличный В.А. Установка для синтеза наночастиц методом лазерной абляции/ В.А.Светличный, А.А.Смуглов, И.Н.Лапин// Материалы IX международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». – С.221-223.

Динамика и трансформация структуры связанных магнитных вихрей в трехслойных наностолбиках при воздействии магнитного поля и поляризованного тока

Степанов Станислав Викторович

Ганеев Артур Адикович, Екомасов Андрей Евгеньевич

Башкирский государственный университет

Екомасов Евгений Григорьевич, д.ф.-м.н.

hanckok2008@rambler.ru

Одной из актуальных физических проблем является разработка нового поколения высокоскоростных и эргономичных электронных устройств. Явление переключения и возбуждения осцилляций намагниченности в магнитных наноструктурах, с помощью тока достаточно большой плотности, поляризованного по спину [1], позволит увеличить скорости жестких дисков и устройств магнитной памяти до терагерцового уровня. Частоты, возбуждаемых с помощью переноса спинового момента, осцилляций намагниченности в магнитных наноструктурах, могут быть перенастраиваемы, с помощью приложения внешних магнитных полей и токов, и используются для создания перспективных радиотехнических приложений. В настоящее время большой интерес привлекает спин-трансферный наногенератор (СТНГ) СВЧ, который отличается значительной выходной мощностью, небольшой шириной и относительно большим спектром частот, даже без приложения внешнего магнитного поля. Большинство таких структур имеет два магнитных слоя, разделенных немагнитной прослойкой.

В работе исследуется СТНГ, состоящий из трёх слоёв (пермаллоевый (Рy) 4 нм/Cu - 10 нм/Рy -15 нм) кругового сечения диаметром 400, 200 и 120 нм. Намагниченности обоих магнитных слоев находятся в вихревом состоянии. Рассматривается случай, когда два магнитных слоя взаимодействуют через поля размагничивания и спин-поляризованный ток и, при этом, система находится во внешнем магнитном поле, перпендикулярном плоскости слоев. С помощью программного пакета SpinPM проведено численное моделирование связанной вихревой динамики. В частности, были изучены процессы динамической

трансформации магнитных вихрей (переключение полярности вихревого кора) для различных значений токов и внешнего магнитного поля, перпендикулярного плоскости слоев. Проведено исследование динамики двух связанных магнитных вихрей под действием внешнего, перпендикулярного плоскости образца, магнитного поля и поляризованного электрического тока. Найдено наличие критических значений тока, разделяющих разные режимы движения вихрей. Показана возможность управления величиной частоты стационарного движения вихрей и критических токов с помощью внешнего магнитного поля. С помощью микромагнитного моделирования найдена зависимость от тока величины магнитного поля, разделяющего переключателя полярности кора вихря в тонком и толстом слоях. Проведено сравнение известных экспериментальных [2] и численных результатов.

Работа поддержана грантом РФФИ, проект 16-32-00381.

Список публикаций:

[1] Звездин А.К., Звездин К.А., Хвальковский А.В., УФН, 178, 4 (2008).

[2] N. Locatelli et al, Appl. Phys. Lett. 98, 062501 (2013).

Гистерезисные свойства композитных соединений $(x)\text{MFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$

Сулопарова Анна Евгеньевна¹

М.А. Сёмкин¹, А.П. Носов², Т.С. Карпова³, А.Н. Пирогов^{1,2}

¹Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета,

²Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН,

³Институт химии твёрдого тела Уральского отделения РАН

susloparovanna@mail.ru

Структура соединений CoFe_2O_4 (NiFe_2O_4) представляет полностью обращенную шпинель, ионы Co^{2+} (Ni^{2+}) занимают половину окта позиций $16d$, железо Fe^{3+} заселяет оставшуюся половину $16d$ позиции и полностью тетра $8a$. В сегнетоэлектрике BaTiO_3 ионы бария занимают позиции $1a$, ион титана – $1b$, а ионы кислорода – в позициях $1b$ и $2c$. Композитные материалы, полученные на основе ферритмагнитной шпинели и сегнетоэлектрика, обладают магнитоэлектрическими свойствами [1]. Сущность магнитоэлектрического эффекта заключается в том, что статическое электрическое поле порождает намагниченность, а статическое магнитное поле – электрическую поляризацию (обратный магнитоэлектрический эффект). Изучение физических свойств (магнитных, диэлектрических), в отдельности на композитных соединениях, необходимо для понимания механизмов взаимодействия компонент и природы возникновения магнитоэлектричества.

Нами проведены магнитные измерения полевых зависимостей композитных соединений $(x)\text{MFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$, где $\text{M} = (\text{Ni}, \text{Co})$, $x = 0.2, 0.3$ и 0.4 с целью определить поведение их гистерезисных свойств в зависимости от содержания (x) компонент. Порошки соединений были получены цитратным методом Печини, затем составы спрессовывались в таблетки диаметром около 12 мм и толщиной ~ 1.0 мм. Термообработку образцов проводили при 1150°C в течение четырех часов. Полевые зависимости намагниченности снимались при комнатной температуре, магнитное поле (± 10 кЭ) было направлено перпендикулярно плоскости образцов. Полученные параметры петель гистерезиса (H_c – коэрцитивная сила, M_r – остаточная намагниченность и M_s – намагниченность насыщения) содержатся в таблице:

Соединение	H_c , Э	M_r , Гс·см ³ /г	M_s , Гс·см ³ /г
$0.2\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.8\text{BaTiO}_3$	529	3.7	11.6
$0.3\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.7\text{BaTiO}_3$	536	5.3	17.5
$0.4\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.6\text{BaTiO}_3$	451	5.8	22.0
$0.2\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.8\text{BaTiO}_3$	164	2.8	9.8
$0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.7\text{BaTiO}_3$	145	3.2	15.0
$0.4\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.6\text{BaTiO}_3$	151	3.8	17.1

Установлено, что с ростом содержания шпинельных составляющих $(x)\text{CoFe}_2\text{O}_4$ или $(x)\text{NiFe}_2\text{O}_4$ с $x = 0.2$ до концентрации $x = 0.4$ наблюдается прирост остаточной намагниченности в 1.6 (1.4) раза, и возрастает намагниченность насыщения в 1.9 (1.7) раза. Поведение коэрцитивной силы практически не зависит от концентрации шпинели. Полученные результаты для $(x)\text{CoFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$ хорошо согласуются с данными работы [2], гистерезисные характеристики $(x)\text{NiFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$ с данными [3].

Список публикаций:

1. А.К. Звездин, А.П. Пятаков. УФН 182, 593 (2012).

2. L. Zhang, J. Zhai and et. al. Ferroelectrics 406, 213 (2010).

3. B. Sarkar, B. Dalal and et. al. J. App. Phys. 115, 123908 (2014).